

ジョロウグモとオオジョロウグモの網構造の比較 によるジョロウグモ属の由来の一考察

新 海 明

国立音大附属音楽高等学校 〒186 国立市西 2-12-19

Synopsis

SHINKAI, Akira (Kunitachi High School of Music, 12-19, Nishi 2 chome, Kunitachi-shi, Tokyo, 186 Japan): Comparison in the web structure between *Nephila clavata* L. KOCH and *Nephila maculata* (FABRICIUS) (Araneae: Araneidae), and the origin of genus *Nephila*. *Acta arachnol.*, 34: 11-22 (1985).

The web structure of the two *Nephila* species, *N. clavata* and *N. maculata*, were compared. The juvenile webs of the two species had the same structure except for the form of the barrier webs. Their main webs resembled the normal orb-web.

However, there were some differences in the adult female web of the two species. The web of *N. clavata* was more asymmetric than that of *N. maculata*. The web of *N. clavata* had the branched radii, the divided radii and the barrier constructions, while the web of *N. maculata* never had the divided radii and the barrier webs, but they had the branched radii only. These differences suggested that the web of *N. clavata* was more specialized than that of *N. maculata*, and that the *Nephila* species derived from the ordinary orb weaving ancestor.

ジョロウグモ属 *Nephila* の網の特徴については、従来①蹄形円網（網形が馬蹄形にみえること、あるいは網の上下の非相称性や網上部の粘糸の欠失をいう）、②三重網（主網とその前後に不規則に張られた網 barrier web「迷網」があること）、③五線紙状網（切られずに残された足場糸の間に粘糸が4～5本ずつ配置されること）、④タテ糸の分枝（タテ糸が、足場糸の作成の時に枝分かれするように継ぎたされること）、などを中心に述べられてきた（COMSTOCK, 1940; 細野, 1943; GERTSCH, 1979; 関口, 1952; KASTON, 1972; ROBINSON & ROBINSON, 1973; 萱嶋・栗林, 1975; MAIN, 1976; 千国, 1982）。

以上の4点に加えて、筆者はジョロウグモ *Nephila clavata* の網構造の詳細な観察から、この種の網の特徴としてさらに、⑤1動作で2本のタテ糸をひく（タテ糸張り行動で、中心からワク部そして中心へと戻る過程で2本のタテ糸が張られること）、⑥タテ糸に二分割糸（タテ糸を作成するときは1本であったタテ糸が、足場糸を張る過程で、クモによって2本に分割されること）が存在することの2点を明らかにした（新海, 1982）。EBERHARD (1982) によると HINGSTON (1922a, b, c) もインドのオオジョロウグモ *N. maculata* の網で⑤については観察している。

これらのようなジョロウグモの詳細な網構造が判明すると、ジョロウグモ属 *Nephila* の他種の網構造についても興味をもたれる。すなわち、ジョロウグモ属の網は全て同様なのか、あるいは種ごとに異なるのか、さらに異なる場合にはどのような点に違いがみられるのかなどである。

このようなことから、本稿では日本に産するジョロウグモ属の他の1種オオジョロウグモ *Nephila maculata* の網構造と、ジョロウグモ *N. clavata* の網構造との比較により得られた二、三の知見を中心に述べ、さらにジョロウグモ属の網の由来についても言及したい。

なお、本稿をまとめるにあたり、沖縄でのオオジョロウグモの調査地を案内して下さった沖縄県教育センターの下謝名松栄氏、また文献の紹介をしていただいた追手門学院大学教授八木沼健夫博士、並びに文献の紹介および原稿をお読みいただいた立命館大学助教授吉田真氏、東亜蜘蛛学会会員の新海栄一氏に対して厚く御礼申し上げる。

方 法

ジョロウグモの網の調査は、1982年6月から11月まで毎月1回千葉県天津小湊町にある東京大学千葉演習林で行ない、オオジョロウグモについては1982年7月・12月、1983年3月・5月・7月・10月に沖縄県北中城村にある中城城跡と名護市にある名護城城跡において行なった (Fig. 1)。

網構造の調査では、網の大きさは巻尺を用いてタテ・ヨコの各最大長をセンチメートルの単位で測定した。タテ糸とヨコ糸の数については、タテ糸数はワク部で、ヨコ糸数は網に向って右、あるいは左45°下方のヨコ糸を数えてその数とした。また、こしき部の上方のヨコ糸数も数えた。三重網についてはクモの背面及び腹面での存在の有無とその網の状態を観察した。分枝については存在の有無だけを調べた。二分割糸は存在の有無と、存在していた場合はその数を数えた。さらに、両

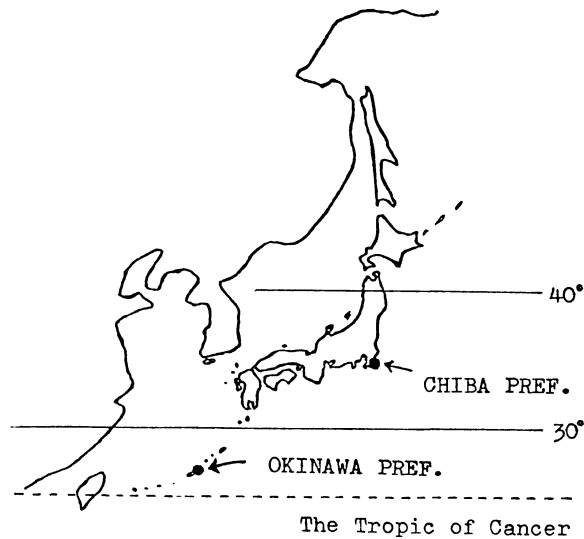


Fig. 1. Study sites (Chiba Pref.: *N. clavata*, Okinawa Pref.: *N. maculata*)

種の造網過程を観察し、タテ糸を張るときに1動作で2本のタテ糸を張るかどうか確認した。

1982年12月、1983年3月・5月・7月の沖縄県での調査ではジョロウグモの網についても調査し、千葉県におけるものとの比較資料とした。

なお、以下の文中で「成体」としたのは、両種とも雌個体のものであり、「中齢」としたのは、雌雄の区別が可能となった時期の雌個体のものを示している。

結 果

〈網の大きさとタテ糸・ヨコ糸数及び網目の細かさ〉

Table 1 にジョロウグモとオオジョロウグモの網の大きさとタテ糸・ヨコ糸数を示す。

両種の網の大きさをくらべると幼体期・成体期ともジョロウグモよりオオジョロウグモの方が長さで約1.7倍、幅で約1.5倍大きいことがわかる。また、網の長さと幅の比をみると幼体期・成体期ともジョロウグモでは約1.0倍であり、オオジョロウグモでは約1.2倍であった。つまり、ジョロウグモの方がオオジョロウグモより網は小さく、より円形に近いことがわかる。

タテ糸数については、幼体期・成体期ともオオジョロウグモはジョロウグモの約0.85倍であり、ジョロウグモのタテ糸数が網の大きさに反して大変多いことがわかる。一方、ヨコ糸数は幼体期ではオオジョロウグモがジョロウグモの1.9倍となっているのに対して成体期ではオオジョロウグモがジョロウグモの0.73倍と逆転していた。つまり、オオジョロウグモのヨコ糸数が幼体期から成体

Table 1. Comparison of web structure between *Nephila maculata* and *N. clavata*. (Numerals show the average.)

(a) Immature (3rd—4th instar)

Species	Length (L, cm)	Width (W, cm)	L/W	Number of radii* ¹	Number of viscid spirals* ²	Number of webs observed
<i>N. maculata</i> (m)	17	15	1.13	109	76	14
<i>N. clavata</i> (c)	10	10	1.00	127	40	9
m/c	1.70	1.50		0.86	1.90	

(b) Mature (adult female)

Species	Length (L, cm)	Width (W, cm)	L/W	Number of radii* ¹	Number of viscid spirals* ²	Number of webs observed
<i>N. maculata</i> (m)	70	57	1.23	125	74	12
<i>N. clavata</i> (c)	42	40	1.05	151	101	13
m/c	1.67	1.43		0.83	0.73	

*¹ in periphery of the web, *² below hub

期へかけてほとんど増加していないのに対してジョロウグモのそれは幼体期から成体期にかけて大幅に増加しているわけである。

仮りに網のタテ径・ヨコ径をもとにして網を四角形とみなし、タテ糸数・ヨコ糸数をもとにして網目も四角形かつ同大とみなし、ジョロウグモとオオジョロウグモのそれぞれの幼体期と成体期での網目の大きさの比をとると、どちらもオオジョロウグモの方が網目は大きかった。そして、幼体期ではそれが約1.6倍程度であったものが成体期では約4.0倍と著しく差が拡がることになる。つまり、幼体期ではそれほどではないが成体期になるとジョロウグモの網目は著しく細かくなることになる。

〈蹄形円網〉

ジョロウグモもオオジョロウグモも幼体期には網のこしき上部にヨコ糸を持っており、蹄形円網ではなく円網であった (Fig. 2)。そしてどちらの幼体期の網もこしき上部のヨコ糸数は下部のそれよりもかなり少なく、成体期においてはこの傾向はさらに著しくなった。こしきの上部と下部のヨコ糸数の比をみるとオオジョロウグモでは幼体期が0.39、成体期が0.14であるのに対して、ジョロウグモでは0.6から0へと極端に減少することがわかる (Table 2)。実際にジョロウグモの網を観察すると千葉県では8月中旬以降ではほとんどの網でこしき上部のヨコ糸が欠失しており、9月に入ると完全に蹄形円網となった。それに対して、オオジョロウグモでは成長に伴いこしき上部の

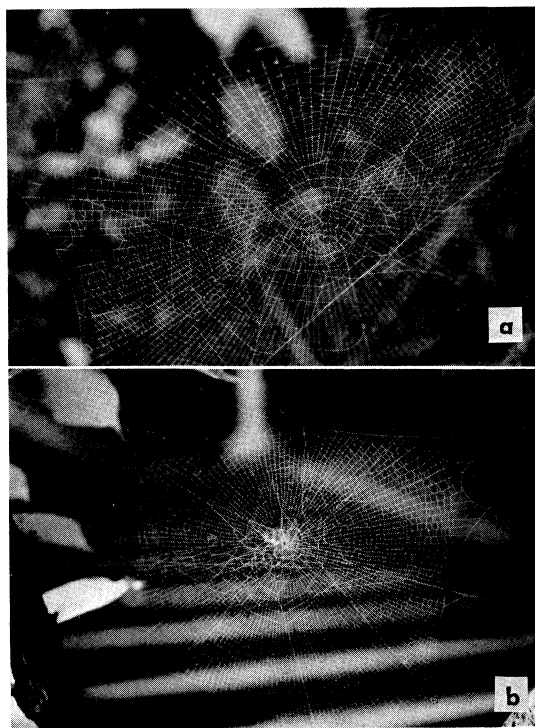


Fig. 2. The webs of juveniles. (a) *N. maculata* (b) *N. clavata*

Table 2. Comparison of the number of viscid spirals between *N. maculata* and *N. clavata*. (Numerals show the average.)

Species	Number of viscid spirals above and below the hub									
	Immature				N*	Mature				N*
	above (a)	below (b)	a/b			above (a)	below (b)	a/b		
<i>N. maculata</i>	29	75	0.39	12		10	74	0.14	12	
<i>N. clavata</i>	47	78	0.60	10		0	101	0.00	9	

* Number of webs observed.

ヨコ糸数は減少していくものの、成体になってもなおこしき上部には平均10本程度のヨコ糸が残されており (Table 2), これは ROBINSON & ROBINSON (1973) によるニューギニアのオオジョロウグモの網の調査結果と一致していた。

〈三重網 (barrier web)〉

三重網構造とは主網とその前後にある barrier web をさしたものである。

幼体期の網をみると、ジョロウグモも オオジョロウグモも barrier web は存在していた。しか

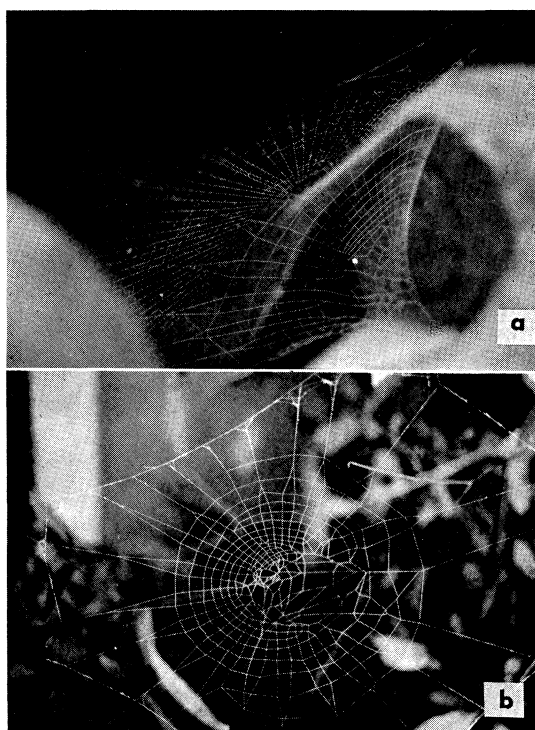


Fig. 3. The barrier web of juvenile *N. maculata*. (a) A lateral view, (b) A front view of the barrier construction

し、ジョロウグモでは主網の前後にこれを有しているので文字通り三重網となるが、オオジョロウグモでは主にクモの背面部に存在するだけで腹面部に barrier web を持つ個体はほとんどいなかった。つまり、二重網になっているわけである。また、オオジョロウグモの幼体期にみられる背面部の barrier web は以下に述べるように大変興味深い形状であった (Fig. 3)。すなわち、この barrier web は円錐形をなしており、タテ系的・ヨコ系的な糸から成っていたが粘性はどちらの糸にもなかった。そして、タテ系的な糸は所々でまとめられていた。また、円錐状の barrier web の頂点にあたる部分からは外へ向って糸がのびており、その先端は枝や石などに附着していた。これらのことは ROBINSON & ROBINSON (1973) によってニューギニアのオオジョロウグモの幼体期の網で調査されたものと同様であった。

一方、幼体期のジョロウグモの barrier web は不規則状でオオジョロウグモの barrier web のような構造は全くみられなかった (Fig. 4)。

成長に伴いジョロウグモもオオジョロウグモも barrier web を構成する糸の数が減少する傾向があった。特に、オオジョロウグモにみられた円錐状の barrier web は成長するにつれて不規則状になっていき、成体に達するとほとんどの個体は barrier web を持たなくなる。それに対して、ジョロウグモの場合は成長に伴い barrier web を構成する糸数は減少するものの完全になくなるわけではなく、背面部の barrier web は成体になっても残存していた。つまり、ジョロウグモもオオジョロウグモも barrier web を幼体期には持つが成長するにつれて消失する傾向が認められ、特にオオジョロウグモにおいてその傾向が著しかった。

〈二分割糸〉

オオジョロウグモの網においては幼体期から成体期までどの時期にも二分割糸は存在しなかった (Fig. 5-a)。一方、ジョロウグモでは幼体期には認められないが、千葉県では8月中旬に中齢以上の個体の網では必ずみられた (Fig. 5-b)。また、沖縄県のジョロウグモも千葉県のものと同

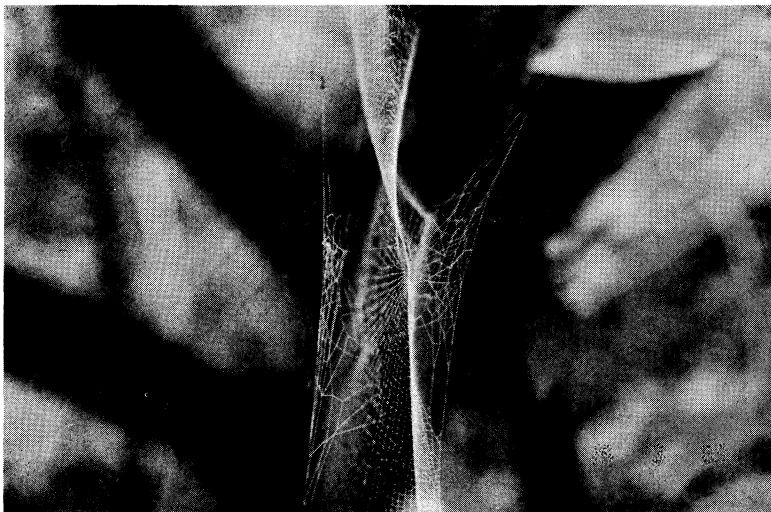


Fig. 4. The barrier web of juvenile *N. clavata* (A lateral view).

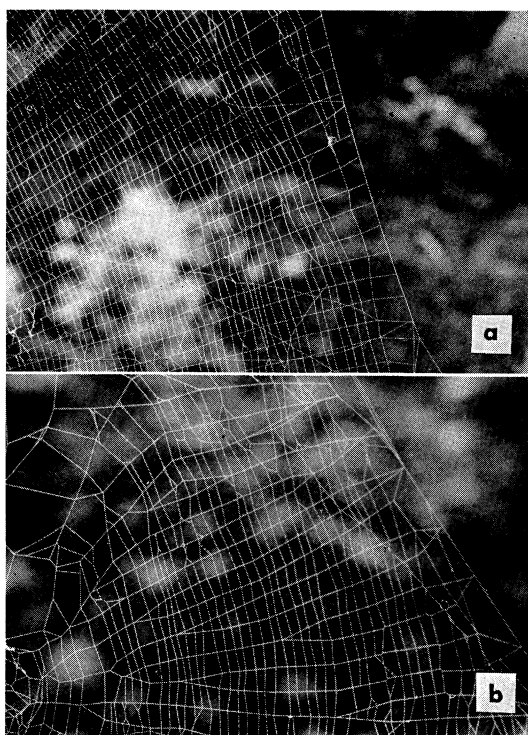


Fig. 5. Comparison of the divided radii in the adult web.
 (a) The web of *N. maculata* never has the divided radii.
 (b) That of *N. clavata* always has the divided radii.

様で二分割系は幼体期にはみられず、中齢以上の個体の網には必ず認められた。

〈分 枝〉

分枝はジョロウグモ・オオジョロウグモとも幼体期・成体期をとわず必ずみられた。

〈1動作で2本のタテ糸をひく行動〉

これも、ジョロウグモ・オオジョロウグモの網で共にみられた。また、オオジョロウグモのタテ糸張りの過程も新海（1982）が述べたジョロウグモのものと全く同じであった。

〈五線紙状網〉

足場糸はオオジョロウグモの網でも切られずに残されていた。しかし、タテ糸と足場糸の交点のジグザグの度合はジョロウグモの方がより強かった。オオジョロウグモでは足場糸はタテ糸とほぼ直交に近い状態で交叉していた（Fig. 6）。

〈オオジョロウグモの張った特殊な網〉

1982年7月（1例）と1983年7月（2例）にオオジョロウグモの網の中で非常に変わった網を観察した。いずれも亜成体のつくっていた網でコガネグモ科 Araneidae の普通の円網にいくつかの点でよく似ていた。すなわち、この網には大きく明瞭なかくれ帯があり、trapping zone には分枝が

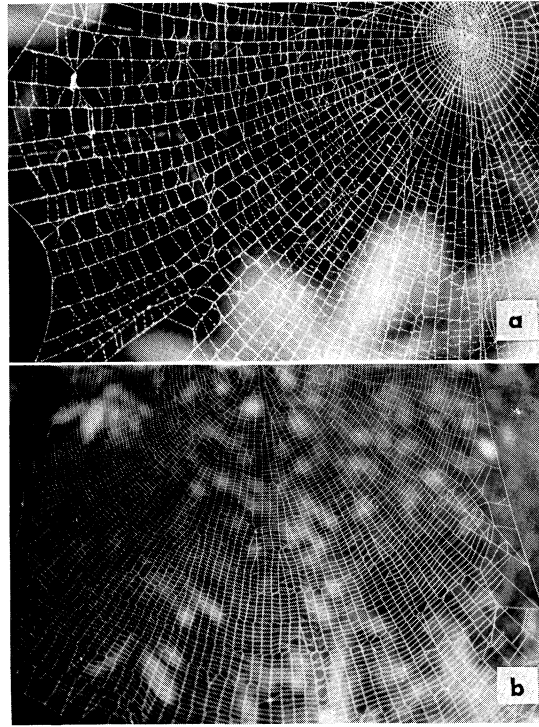


Fig. 6. Comparison of the temporary spirals in the adult web. The temporary spirals and the radii cross at right angles (a) *N. maculata*; cross in zigzags (b) *N. clavata*.

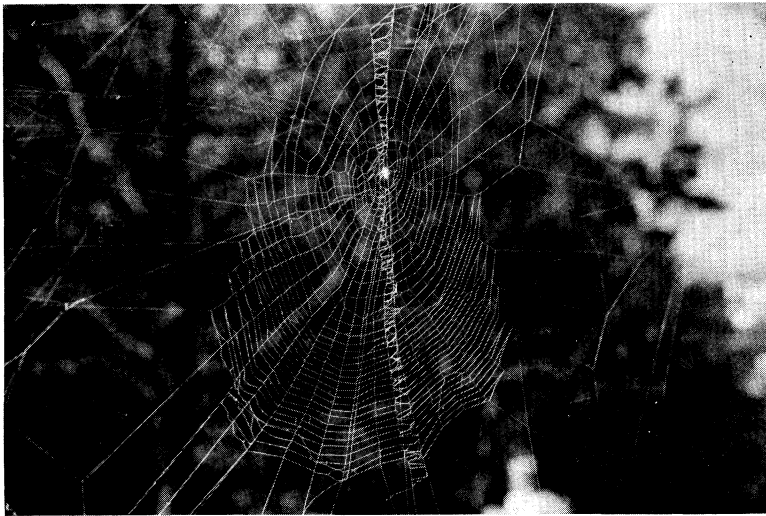


Fig. 7. A specialized web of juvenile *N. maculata*. This web has one linear stabilimentum, and does not have the branched radii at the trapping zone. The viscid spirals aren't sticky.

みられず、また、タテ糸・ヨコ糸数も大変に少なかった (Fig. 7)。ただし、網上部のヨコ糸は欠失しており、下部にあるヨコ糸には粘性がなかった。このヨコ糸は肉眼でみる限り、かくれ帯に使われている糸と同質のもののように思われた。

なお、オオジョロウグモの網のかくれ帯については、下謝名 (1969) 及び ROBINSON & ROBINSON (1973) によっても報告されている。

考 察

スズミグモ属・ジョロウグモ属の系統分類学上の位置及び由来については、多方面からの解析が必要であることはいうまでもないが、ここでは「ジョロウグモ属2種の網構造の比較」という方法により、ジョロウグモ属の由来について考えてみたい。

ジョロウグモとオオジョロウグモの網構造を詳細に比較した結果、この両種の網構造には多くの

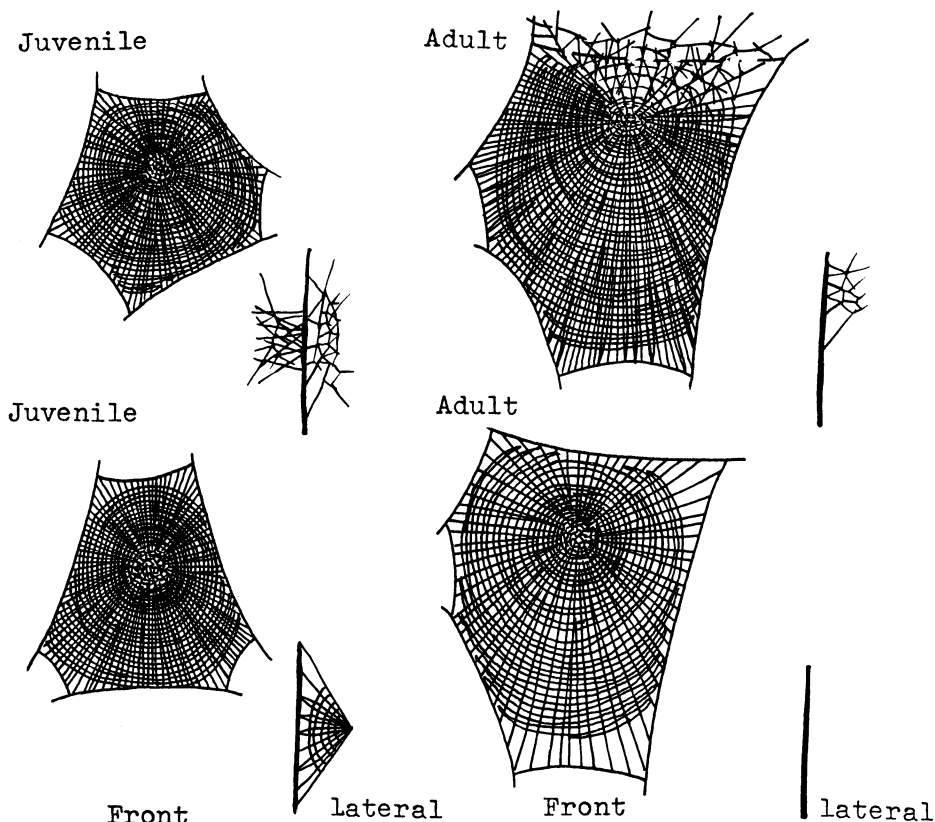


Fig. 8. Comparison of web structure between *N. clavata* (the upper part) and *N. maculata* (the lower part).

違いがあることが判明した。すなわち、① 網目はジョロウグモの方が細かい。② 網の上部のヨコ糸数の減少はジョロウグモの方が著しい。③ 三重網構造もジョロウグモの方が発達している。④ 二分割糸はジョロウグモの中齢以上の個体にだけみられる。これらをまとめて、模式図として示す (Fig. 8)。

この図をみてもわかるように、両種とも幼体期の網構造は barrier web を除き、ほぼ同様の形をしており、かつ主網は普通の円網の網目を細かくした感があり、普通の円網の網形に大変よく似ていた。しかしながら、両種の網形は成長に伴い変化する。すなわち、こしき上部のヨコ糸 (粘糸) はオオジョロウグモでは成体になっても存在しているが、ジョロウグモでは完全に欠失していること。barrier web はジョロウグモの網では成体になってもほぼ幼体期のまま残るが、オオジョロウグモの成体の網には存在しなくなる (このように、幼体期に barrier web を持ち、その後成長するに伴い barrier web を失うクモとしては、コガネグモ科に属するナガマルコガネグモ *Argiope aemula* 及び、ナガコガネグモ *Argiope bruennichii* などがいる)。さらに、二分割糸は両種ともに幼体期の網には存在せず、オオジョロウグモではその後成長しても現われないうが、ジョロウグモでは中齢以上に成長した個体の網には必ず存在した。二分割糸がタテ糸の数を増すために非常に合理的なものであることは明らかで (新海, 1982)、また成長に伴い出現してくる属性であることから考えると、二分割糸の起源はより新しいものと考えられる。

また、コガネグモ科の円網を張るクモによく見られる直線上のかくれ帯がオオジョロウグモの中齢くらいまでの個体の網に多数みられ、もっと稀れだが、かくれ帯を持ち、分枝がなく、タテ糸・ヨコ糸数の少ない網をつくるオオジョロウグモが存在していたことなどは、既述のことと合わせて、オオジョロウグモの網の方が普通の円網により近い証拠とも考えられる。つまり、ジョロウグモとオオジョロウグモの網を比較すると、ジョロウグモの方が、こしき上部の欠失の程度、三重網の発達の程度、二分割糸の存在などから考えて明らかに特殊化しており、ジョロウグモ属の中での起源はジョロウグモの方が新しく、オオジョロウグモの方が古いと考えられる。さらに、オオジョロウグモの方がジョロウグモに比べて、より円網に近い諸形態を有していることから考えると、ジョロウグモ属はむしろ普通の円網を張るクモの祖先形より発して、オオジョロウグモからジョロウグモの順に進化してきたのだと考えられるのである。

従来、真正クモ類の網の進化では、コガネグモ科 Araneidae の円網は、サラグモ科 Linyphiidae からスズミグモ属 *Cyrtophora* そして、ジョロウグモ属 *Nephila* を経て生じたと考えられてきた (KASTON, 1964; KULLMANN, 1972; MAIN, 1976; 吉倉, 1982)。

しかしながら、LUBIN (1980) はスズミグモ属の数種の捕食行動を詳細に比較し、スズミグモ属は、コガネグモ科から生じたものであるとの考え方を示した。また、FOELIX (1982) も、この LUBIN (1980) の考えをふまえた上で形態学的観点よりみても、スズミグモ属はコガネグモ科から生じたと考えられると述べている。

サラグモ科からスズミグモ属へ移行したという考えの論拠は、⑦ 主網上下の barrier web の存在や主網がドーム状にみえるなど、両者の網が外見上よく似ていること、④ 両者とも網に粘糸が存在しないこと、という点にある。しかし、スズミグモ属の高度に組織化された主網とサラグモ科の不規則に張られた主網は全く異質のものであり、どちらもドーム状 (あるいはサラ状) にみえるということで共通性を論じることは危険である。一方、粘糸の存在の有無——サラグモ科とスズミ

グモ属の網には粘糸がなく、ジョロウグモ属の網に粘糸がみられる——をもつて、粘糸が存在しているものがより進化しているとして、サラグモ科→スズミグモ属→ジョロウグモ属という移行を考えることもできる。しかし、スズミグモ属の網の粘糸が存在しないことについては、スズミグモ属の糸状の集合腺（枝状腺）が退化（特殊化）して欠失したと考えることもできるであろう。つまり、ジョロウグモ属からスズミグモ属が生じたと考え、サラグモ科とスズミグモ属の網形が似ているのは LUBIN (1980) のいうように、収斂現象だと考えることもできるわけで、粘糸の存在しない網がより低次で、粘糸の存在する網が高次であるとは単純に言い切れない。このように考えると、サラグモ科からスズミグモ属へ移行したという考えの論拠⑦④はどちらも薄弱であると言える。

筆者は、前述の議論のように、ジョロウグモ属は普通の円網を張るクモより生じ、さらにジョロウグモ属からスズミグモ属が生じたと考え、スズミグモ属が最も特殊化しているのではないかと考えている。しかしながら、この論議は推察の域を脱しておらず、これらのことを証明するためには、ジョロウグモ属の各種間の比較、及び普通の円網を張るクモと、ジョロウグモ属・スズミグモ属とその近縁属の網構造や造網行動・餌捕獲行動、さらに形態学的な諸形質などの比較を通じて追求していかなければならないであろう。

要 約

新海 明 (〒186 国立市西 2-12-19. 国立音大附属音楽高等学校): ジョロウグモとオオジョロウグモの網構造の比較によるジョロウグモ属の由来の一考察。

ジョロウグモとオオジョロウグモの網構造を比較した。両種の幼体の網は barrier web (迷網) の形状を除き同じ構造であり、その主網は普通の円網に似ていた。一方、両種の雌成体の網にはいくつもの点で違いがみられた。すなわち、ジョロウグモの網はオオジョロウグモにくらべて非相称性がより強く、ジョロウグモの網には分枝・二分割糸・迷網が認められた。しかし、オオジョロウグモでは二分割糸と迷網は認められなかったが分枝は存在していた。そして、これらの違いからジョロウグモの方がオオジョロウグモに比較してより特殊化しており、ジョロウグモ属のクモは円網を張っていたクモを祖先として、それから派生してきたと考えられた。

引 用 文 献

- 千国安之輔, 1982. クモたちの狩り (上). 1-79, 偕成社, 東京.
- COMSTOCK, J.H., 1940. The Spider Book. W.J. GERTSCH, ed., i-xi+1-727, Comstock Publ. Assoc., Ithaca, New York.
- EBERHARD, W.G., 1982. Behavioral characters for the higher classification of orb-weaving spiders. *Evolution*, 36: 1067-1095.
- FOELIX, R.F., 1982. Biology of Spiders. 1-306, Harvard Univ., Cambr., Massachusetts, and Lond., England.
- GERTSCH, W.J., 1979. American Spiders. 2nd ed., i-xiii+1-274, Van Nostrand, New York.
- *HINGSTON, R.W.G., 1922a. The snare of the giant wood spider (*Nephila maculata*) Part I. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.*, 28: 642-649.

- *——— 1922b. The snare of the giant wood spider (*Nephila maculata*) Part II. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.*, **28**: 911-917.
- *——— 1922c. The snare of the giant wood spider (*Nephila maculata*) Part III. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.*, **28**: 917-923.
- 細野善照, 1943. 蜘蛛の習性. 1-330, 日新書院, 東京.
- KASTON, B. J. 1964. The evolution of spider webs. *Am. Zool.*, **4**: 191-207.
- 1972. How to Know the Spiders. i-vi+1-220, Browne, Dubuque, Iowa.
- 萱嶋 泉・栗林 慧, 1975. クモの巣の建築学. アニマ, **28**: 5-25.
- *KULLMANN, E. J., 1972. The convergent development of orb-webs in cribellate and ecribellate spiders. *Am. Zool.*, **12**: 395-405.
- LUBIN, Y. D., 1980. The predatory behavior of *Cyrtophora*. *J. Arachnol.*, **8**: 159-185.
- MAIN, B. Y., 1976. Spiders. 1-296, Collins, Lond.
- ROBINSON, M. H. & B. ROBINSON, 1973. Ecology and behavior of the giant wood spider *Nephila maculata* (FABRICIUS) in New Guinea. *Smithson. contrib. zool.*, **149**: 1-76.
- 関口晃一, 1952. クモの生活. 1-161, 同和春秋社, 東京.
- 下謝名松栄, 1969. 三重網を張るオオジョロウグモ. 昆虫と自然, **6**(4): 18-19.
- 新海 明, 1982. ジョロウグモの網の構造の再検討 (1). *Atypus*, (80): 1-10.
- 吉倉 真, 1982. クモの不思議. i-vi+1-210, 岩波書店, 東京.

* 印は直接参照していない。